

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-283349

(P2003-283349A)

(43)公開日 平成15年10月3日(2003.10.3)

(51)Int.Cl.⁷

H04B 1/10

識別記号

F I

H04B 1/10

テ-マ-ト*(参考)

V 5K052

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全9頁)

(21)出願番号 特願2002-79805(P2002-79805)

(22)出願日 平成14年3月20日(2002.3.20)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 山本 洋由

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72)発明者 平 正明

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74)代理人 100105924

弁理士 森下 賢樹

Fターム(参考) 5K052 AA01 AA11 BB05 CC04 DD03

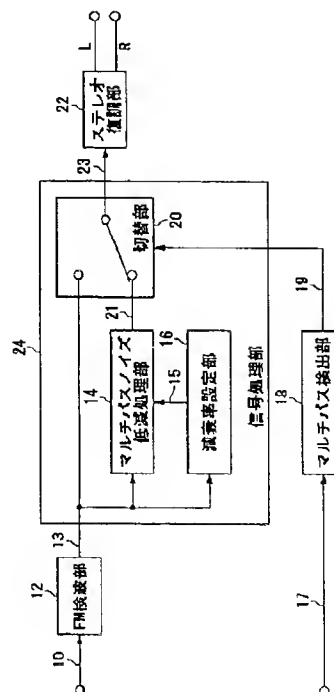
EE12 EE19 GG02

(54)【発明の名称】 信号処理装置、信号受信装置、および信号処理方法

(57)【要約】

【課題】 FM受信において残留するマルチパスノイズの除去は困難であった。

【解決手段】 マルチパスノイズ低減処理部14は、FM検波部12からのコンポジット信号13に対してマルチパスノイズを低減する処理を施し、出力信号21を生成する。この処理は、現在のコンポジット信号13と過去の出力信号21の振幅の差分にもとづいてマルチパスノイズを検出し、コンポジット信号13を減衰させる。マルチパス検出部18は、Sメータ17にもとづいてマルチパス区間を検出し、その区間においてマルチパスノイズ低減処理部14の作動を許可する切替信号19を切替部20に供給する。切替部20は、マルチパス区間ではマルチパスノイズ低減処理部14からの出力信号21を、それ以外の区間ではFM検波部12から出力されるコンポジット信号13をステレオ復調部22に入力するように切替制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号を減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含み、前記ノイズ低減処理部は、
現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、
前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含むことを特徴とする信号処理装置。

【請求項 2】 前記差分判定部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去の複数のサンプリング時における前記出力信号の強度のそれぞれとの差分を算出し、それぞれの差分が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出することを特徴とする請求項 1 に記載の信号処理装置。

【請求項 3】 前記ノイズ低減処理部は、前記入力信号を所定のサンプリング期間について平滑化する平滑化処理部をさらに含み、前記差分判定部と前記減衰処理部は平滑化後の前記入力信号に対して処理を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の信号処理装置。

【請求項 4】 前記ノイズ低減処理部における前記入力信号の強度の減衰率を前記入力信号の強度をもとに適応的に設定する減衰率設定部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の信号処理装置。

【請求項 5】 受信された FM 送信電波をもとに FM 復調信号を出力する FM 検波部と、
前記 FM 復調信号のノイズを低減して出力する信号処理部と、
受信された前記 FM 送信電波においてマルチパスノイズの発生しうる期間を検出し、その期間において前記信号処理部を作動させるマルチパス検出部と、
前記信号処理部が作動している間はその出力を、前記信号処理部が作動していない間は前記 FM 復調信号をステレオ復調して出力するステレオ復調部とを含み、
前記信号処理部は、前記 FM 復調信号を入力信号として減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含み、前記ノイズ低減処理部は、
現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含むことを特徴とする信号受信装置。

【請求項 6】 前記信号処理部は、前記ノイズ低減処理部における前記入力信号の強度の減衰率を前記入力信号の強度をもとに適応的に設定する減衰率設定部をさらに

含むことを特徴とする請求項 5 に記載の信号受信装置。

【請求項 7】 入力信号の強度が大きく変化する期間を検出し、その期間に限り、前記入力信号に対してノイズを低減するためのフィルタリング処理を施して出力信号を生成することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 8】 前記フィルタリング処理は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差分をサンプリングごとに逐次算出して、前記差分が所定の閾値を超えた場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する工程を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の信号処理方法。

【請求項 9】 前記ノイズの発生しうる期間を検出する前処理工程をさらに含み、前記前処理工程において検出された前記期間において前記入力信号に前記フィルタリング処理が施されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、信号処理技術に関し、特にノイズを検出して低減する信号処理装置、信号受信装置、および信号処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車などの移動体に搭載される FM 受信機では、オーディオ信号受信の際に、周囲にある山や高層建築物などの障害物からの電磁波の反射に起因してマルチパスノイズが発生する。このマルチパスノイズは、反射体によって反射された間接波が受信アンテナから直接受信される直接波と合波し、直接波と間接波との位相関係に依存して直接波の一部が反射波によって打ち消されることによって生じる。マルチパスノイズが発生すると、FM 受信機から出力される音声信号の品質が著しく低下する。

【0003】FM 検波後の復調信号のマルチパスノイズを除去する方法として、マルチパスノイズの発生区間を検出して、マルチパスノイズの発生前の信号強度を保持することにより、マルチパス区間を補間する前置補間方法が特開 2001-36422 号公報に開示されている。また電界強度の落ち込みが激しいときに、FM 検波後の FM 復調信号をミュートする方法がある。

【0004】また、ステレオ音声における左右チャンネルの分離度を調整するステレオノイズコントロール (SNC) や、高周波成分を除去するハイカットコントロール (HCC) により弱電界時における FM 復調信号の S/N 比を改善する方法も従来からよく知られている。マルチパスノイズの場合、直接波と間接波の干渉によって検波出力にマルチパス歪み、すなわちノイズが現れるが、このノイズは高域成分である L-R サブ信号帯域、L+R メイン信号帯域に著しく現れるため、SNC や HCC による処理にはマルチパスノイズの低減効果があ

る。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、マルチパスノイズの程度によっては、SNCやHCCを十分に利かせても耳障りなノイズが残留する場合がある。一方、マルチパス区間に対してFM復調信号を前置補間する方法やミュートする方法では、マルチパスによって生じたパルス状波形に対して効果が得られるが、PLL検波を用いた時に生じるある一定区間位相がずれた波形に対してもフィルタリング処理が作用してしまい、原信号そのものを誤って除去するという問題がある。さらには、マルチパス区間を検出するためのパラメータの設定が不適切な場合、マルチパスの検出区間がずれることにより、ノイズが残留する場合がある。

【0006】本発明はこうした状況に鑑みてなされたもので、その目的は、ノイズを検出して低減することのできる信号処理技術の提供にある。また別の目的は、FM受信におけるマルチパスノイズを低減する信号受信技術の提供にある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のある態様は信号処理装置に関する。この装置は、入力信号を減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含む。前記ノイズ低減処理部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含む。

【0008】出力信号は、入力信号に対してノイズを低減するための減衰処理が施された後の信号である。もっともノイズが検出されなかった場合は、入力信号に減衰処理が施されないで出力信号は入力信号と同じである。入力信号および出力信号の強度は、それらの信号の振幅の測定値であってもよく、あるいは振幅の絶対値または自乗であってもよい。現在の入力信号の強度と過去の出力信号の強度の差の大きさを評価する際に用いられる閾値は、たとえば通常の有意な信号の強度の範囲を十分に超える大きさをもつ値に設定されてもよい。

【0009】前記差分判定部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去の複数のサンプリング時における前記出力信号の強度のそれぞれとの差分を算出し、それぞれの差分が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出してよい。たとえば、現サンプリング時 n の入力信号の強度 $x(n)$ と1サンプリング前の出力信号の強度 $y(n-1)$ との差分が第1の閾値 A を超えるか否かの判定と、現サンプリング時 n の入力信号の強度 $x(n)$ と2サンプリング前の出力信号の強度 $y(n-2)$ との差分が第2の閾値 B を超えるか否かの判定と、

現サンプリング時 n の入力信号の強度 $x(n)$ と3サンプリング前の出力信号の強度 $y(n-3)$ との差分が第3の閾値 C を超えるか否かの判定とを組み合わせる評価し、ノイズの発生の有無を検出してよい。第1の閾値 A 、第2の閾値 B 、および第3の閾値 C はこの順に大きくなる値に設定されてもよい。

【0010】前記ノイズ低減処理部は、前記入力信号を所定のサンプリング期間について平滑化する平滑化処理部をさらに含み、前記差分判定部と前記減衰処理部は平滑化後の前記入力信号に対して処理を行ってもよい。前記平滑化処理部は、ある一定の期間について前記入力信号の移動平均を計算することにより、前記入力信号を平滑化してもよい。前記平滑化処理部は、ローパスフィルタ等を用いて前記入力信号の高周波成分を除去することにより、前記入力信号を平滑化してもよい。

【0011】前記信号処理部は、前記ノイズ低減処理部における前記入力信号の強度の減衰率を前記入力信号の強度をもとに適応的に設定する減衰率設定部をさらに含んでもよい。現サンプリング時の入力信号の強度の減衰率を過去のサンプリング時の入力信号の強度をもとに設定してもよい。

【0012】本発明の別の態様は信号受信装置に関する。この装置は、受信されたFM送信電波をもとにFM復調信号を出力するFM検波部と、前記FM復調信号のノイズを低減して出力する信号処理部と、受信された前記FM送信電波においてマルチパスノイズの発生しうる期間を検出し、その期間において前記信号処理部を作動させるマルチパス検出部と、前記信号処理部が作動している間はその出力を、前記信号処理部が作動していない間は前記FM復調信号をステレオ復調して出力するステレオ復調部とを含む。前記信号処理部は、前記FM復調信号を入力信号として減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含み、前記ノイズ低減処理部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含む。差分判定に用いられる閾値は、いわゆるマルチパスノイズとして認識される、非常に大きく、かつ耳障りなノイズの強度に相当する値に設定されてもよい。

【0013】本発明のさらに別の態様は信号処理方法に関する。この方法は、入力信号の強度が大きく変化する期間を検出し、その期間に限り、前記入力信号に対してノイズを低減するためのフィルタリング処理を施して出力信号を生成する。前記フィルタリング処理は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差分をサンプリングごとに逐次算出して、前記差分が所定の閾値を超えた場合

に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する工程を含んでもよい。

【0014】前記ノイズの発生しうる期間を検出する前処理工程をさらに含み、前記前処理工程において検出された前記期間において前記入力信号に前記フィルタリング処理が施されてもよい。これにより、前処理工程で検出されるノイズの発生期間に多少のずれが生じていたとしても、その後の前記フィルタリング処理において閾値判定にもとづく減衰処理がなされるので、原信号を誤って除去することなくノイズの低減が可能である。

【0015】なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本発明の表現を方法、装置、システムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、実施の形態に係るFM受信装置の構成を示す。受信されたFM送信電波は図示しないフロントエンド部において中間周波数(IF)信号10に変換される。FM検波部12はこのIF信号10をFM復調してステレオコンポジット信号13（以下、単にコンポジット信号という）を出力する。

【0017】信号処理部24は、FM検波部12から受け取ったコンポジット信号13に対して必要に応じてマルチパスノイズを除去する処理を施し、ステレオ復調部22に与える。信号処理部24は、マルチパスノイズ低減処理部14と、減衰率設定部16と、切替部20とを含む。

【0018】マルチパスノイズ低減処理部14は、コンポジット信号13に対してマルチパスノイズを低減するための後述の減衰処理を適宜施して、出力信号21を生成する。減衰率設定部16は、コンポジット信号13の振幅にもとづいて、マルチパスノイズ低減処理部14における減衰処理で用いられる減衰率15を求め、マルチパスノイズ低減処理部14にその減衰率15を設定する。

【0019】マルチパス検出部18は、シグナルメーター17（以下、Sメーターという）のAC成分にもとづいてマルチパスノイズの発生しうる区間（以下、マルチパス区間という）を検出し、その区間においてマルチパスノイズ低減処理部14の作動を許可するための切替信号19を切替部20に供給する。マルチパス検出に用いられる信号は、Sメーター17に限られず、マルチパスが検出できれば他の信号でもよい。

【0020】切替部20は、マルチパス検出部18から与えられる切替信号19にもとづいて、マルチパス区間では、マルチパスノイズ低減処理部14から減衰処理後の信号として出力される出力信号21を、それ以外の区間では、FM検波部12から出力されるコンポジット信号13をステレオ復調部22に入力するように、ステレオ復調部22の入力信号23の切替制御を行う。ステレ

オ復調部22は、入力信号23をステレオ復調してオーディオ信号を出力する。

【0021】図2は、マルチパスノイズ低減処理部14の機能構成図である。平滑化処理部30は、コンポジット信号13をサンプリングし、ある一定のサンプリング期間についてコンポジット信号13の振幅の移動平均を計算することにより、コンポジット信号13を平滑化して出力する。平滑化処理として移動平均以外の方法を用いてもよい。

【0022】差分計算部31は、現サンプリング時における平滑化されたコンポジット信号13の振幅と過去のサンプリング時における出力信号21の振幅の差分をサンプリングごとに算出する。差分判定部32は、差分計算部31が算出した差分と所定の閾値を比較することにより、マルチパスノイズの発生の有無を検出し、マルチパスノイズが発生している場合には、減衰処理部34の作動を許可するための切替信号37を切替部36に供給する。減衰処理部34は、減衰率設定部16から設定される減衰率15にもとづいて現サンプリング時における平滑化されたコンポジット信号13を減衰させて出力する。

【0023】切替部36は、差分判定部32から与えられる切替信号37にもとづいて、マルチパスノイズが発生していない場合には、コンポジット信号13を、マルチパスノイズが発生している場合には、減衰処理部34により減衰処理された信号35を出力するように、出力信号21の切替制御を行う。このようにマルチパスノイズの検出結果に応じて適宜減衰処理がなされた結果が切替部36を介して切替部20へ出力される。この出力信号21は、さらに切替部20を介してステレオ復調部22に供給される。またこの出力信号21の振幅の値は、図示しないメモリに一時的に記憶され、差分計算部31において差分を求める際に、過去のサンプリング時における出力信号21の振幅の値として利用される。

【0024】図3(a)、(b)は、減衰率設定部16の機能構成図である。図3(a)の機能構成では、入力されたコンポジット信号13は絶対値算出部40にて絶対値化され、ループフィルタ42により低域成分が通過し、大まかな振幅が推定される。さらに正規化部44において一定の値の範囲内に収まるように正規化された後に、加算部46により定数との差分が計算されて、最後にリミッタ48にて定められた上限にもとづいて減衰率15が出力される。

【0025】図3(b)に減衰率設定部16の別の機能構成を示す。入力されたコンポジット信号13に対する絶対値算出部40およびループフィルタ42の処理は図3(a)と同様であり、その出力値はリミッタ48により値の範囲制限を受けた後、テーブル参照部50に入力される。テーブル参照部50は振幅値と減衰率を対応づけたテーブルを参照することにより、振幅から減衰率1

5を直接決定して出力する。この構成において、ループフィルタ42は、他のローパスフィルタであってもよい。

【0026】以上の構成によるFM受信装置によるマルチパスノイズ低減手順を図4および図5のフローチャートと図6から図9のグラフを参照しながら説明する。

【0027】図4は、マルチパス検出とマルチパスノイズ低減処理の全体の流れを説明するフローチャートである。マルチパス検出部18は、Sメータ17をもとにマルチパスノイズの発生区間を検出する(S100)。図6は、マルチパスノイズの発生区間の説明図である。グラフは、コンポジット信号13の振幅の時間経過を表している。区間60、61、62においてマルチパスノイズが発生している。マルチパスノイズは、巨視的に見た場合このようなエンベロープにより表される比較的長い時間幅を有しており、この時間幅をもった区間がマルチパス区間として検出される。

【0028】図4に戻り、マルチパス区間が検出された場合(S100のY)、マルチパス検出部18は切替信号19を切替部20に与えることにより、マルチパスノイズ低減処理部14の作動を許可する。マルチパスノイズ低減処理部14は、マルチパス区間において、コンポジット信号13に対してマルチパスノイズを低減する処理を施す(S110)。マルチパス区間が終了すれば、再びステップS100に戻り、マルチパス検出部18により次のマルチパス区間が検出されるまで、ステップS110のマルチパスノイズ低減処理は中断される。このようにマルチパス検出とマルチパスノイズ低減処理を繰り返すことにより、コンポジット信号13に対して、マルチパス区間においてのみマルチパスノイズの低減処理が施される。

【0029】図5は、図4のステップS110のマルチパスノイズ低減処理の詳細な手順を説明するフローチャートである。マルチパスノイズ低減処理部14の差分判定部32は、コンポジット信号13をサンプリングして、サンプリング時刻nにおける入力信号X(n)を得る(S10)。サンプリング時刻nの入力信号X(n)に対して必要に応じて減衰処理が施された後の信号を出力信号Y(n)とすると、差分判定部32は、入力信号X(n)と、1サンプリング前、2サンプリング前、3サンプリング前の出力信号Y(n-1)、Y(n-2)、Y(n-3)との差分をそれぞれ計算する(S12)。さらに差分判定部32は、これらの差分の絶対値が所定の閾値より大きいかどうかを判定することによりマルチパスノイズを検出する(S14)。

【0030】この判定は、次の不等式が成り立つかどうかを評価することで行われる。

$$|X(n) - Y(n-1)| > \text{閾値A} \quad \dots (1)$$

$$|X(n) - Y(n-2)| > \text{閾値B} \quad \dots (2)$$

$$|X(n) - Y(n-3)| > \text{閾値C} \quad \dots (3)$$

【0031】この判定によりマルチパスノイズが検出される仕組みを図7と図8を参照して説明する。図7は、図6のマルチパス区間の一部を拡大した図である。マルチパス区間は、微視的に見た場合、位相ずれがある一定区間生じたことによるノイズが発生している区間80、81、82と、ノイズが発生していない有意な信号の区間70、71、72、73とを有する。マルチパスノイズを除去するためには、マルチパス区間における信号波形の急峻なピークを検出する必要がある。

【0032】図8は、急峻なピークを検出するための差分判定を説明する図である。差分判定部32は、サンプリング時刻nにおける入力信号X(n)の振幅が有意な信号の振幅と比べて、異常に大きい値に変化しているかどうかを、過去のサンプリング時の出力信号との差を評価することにより判定する。過去のサンプリング時の出力信号は、すでに必要に応じて減衰処理がなされた後の信号であるから、それと比較して、有意な信号の振幅の範囲を十分に超えていれば、現サンプリング時nの入力信号X(n)は急峻なピークにあると判断できる。

【0033】過去のサンプリング時として、上記の不等式(1)～(3)では、3サンプリング前までの出力信号Y(n-1)、Y(n-2)、Y(n-3)を用いたが、さらに前のサンプリング時刻の出力信号を用いて、同様の差分判定を行ってもよく、逆に1サンプリング前の出力信号Y(n-1)のみを用いて差分判定を行ってもよい。

【0034】図5に戻り、差分判定部32は、上記の3つの不等式(1)～(3)のうち、いずれかひとつでも満足する場合、マルチパスノイズであると判断し(S14のY)、減衰処理部34は、サンプリング時刻nの入力信号X(n)に対して次の式で表される減衰処理を行い、出力信号Y(n)を出力する(S16)。

$$【0035】Y(n) = \alpha \times X(n)$$

ただし、 α は減衰率設定部16により設定される減衰率15であり、0以上1未満の値をとる。

【0036】差分判定部32は、3つの不等式(1)～(3)のいずれも満足しない場合、マルチパスノイズではないと判断し(S14のN)、減衰処理部34は、次の式のように、入力信号X(n)に減衰処理を施さないでそのまま出力信号Y(n)として出力する(S18)。すなわちこの場合、 $Y(n) = X(n)$ である。

【0037】マルチパスノイズかどうかの判定にあたって、3つの不等式(1)～(3)における第1、第2、第3の閾値A、B、Cは経験的に最適な値に設定される。上記では3つの不等式(1)～(3)のいずれかひとつでも満足すれば減衰処理を行ったが、3つの不等式(1)～(3)の成立状態の任意の組み合わせにより減衰処理をするかどうかを決めてもよい。なお、実験では3つの不等式(1)～(3)の第1、第2、第3の閾値A、B、Cについて $A \leq B \leq C$ を満たす値に設定し、不

等式(1)～(3)のいずれかひとつを満たす時に減衰処理を行った場合に好ましい結果が得られた。

【0038】図5に戻って、必要に応じてサンプリング時刻 n の入力信号 $X(n)$ の減衰処理がなされた後、サンプリング時刻 n が1だけインクリメントされ(S20)、マルチパスノイズ低減処理の停止条件が確認される(S22)。停止条件の確認は、マルチパス検出部18からの切替信号19にもとづいてまだマルチパス区間内であるかどうかを判断することで行われる。停止する場合(S22のY)、マルチパスノイズ低減処理を終了し、停止しない場合(S22のN)、ステップS10にもどり、一連のマルチパスノイズ低減処理を繰り返す。

【0039】図9は、図7のコンポジット信号に対してマルチパス低減処理が施された後の出力信号の波形である。図7の急峻なピークが除去されていることがわかる。

【0040】以上述べたように、実施の形態によれば、モノラル化や高周波成分除去などのノイズ対策ではなお残留するマルチパスノイズを低減することが可能である。とくにマルチパス区間が検出された場合に、その区間においてさらにマルチパスノイズの有無を判定し、マルチパスノイズを低減するための減衰処理を行うので、マルチパスの検出感度を上げすぎた場合でも、その影響を受けずにマルチパスノイズを適切に除去することができ、ノイズの残留を防ぐとともに、原信号を誤って除去することを防ぐことができる。

【0041】以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能で、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。また各構成要素は機能ブロックとして図示されており、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組み合わせによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0042】そのような変形例として、実施の形態では、図2のように平滑化処理部30がマルチパスノイズ低減処理部14に設けられたが、平滑化処理部30をFM検波部12の直後に設けて、FM検波部12の出力するコンポジット信号13をまず平滑化する構成にして、

マルチパス区間以外でもコンポジット信号13の平滑化を行い、切替部20を介してステレオ復調部22に入力するようにしてもよい。

【0043】また実施の形態では、受信信号がステレオ信号の場合を説明したが、モノラル信号に対しても本発明のマルチパスノイズ低減処理を適用することができる。

【発明の効果】本発明によれば、ノイズを検出して適切に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態に係るFM受信装置の構成図である。

【図2】 図1のマルチパスノイズ低減処理部の機能構成図である。

【図3】 図3(a)、(b)は、図1の減衰率設定部の機能構成図である。

【図4】 マルチパス検出とマルチパスノイズ低減処理の全体の流れを説明するフローチャートである。

【図5】 図4のマルチパスノイズ低減処理の詳細な手順を説明するフローチャートである。

【図6】 マルチパスノイズの発生区間の説明図である。

【図7】 図6のマルチパス区間の一部を拡大した図である。

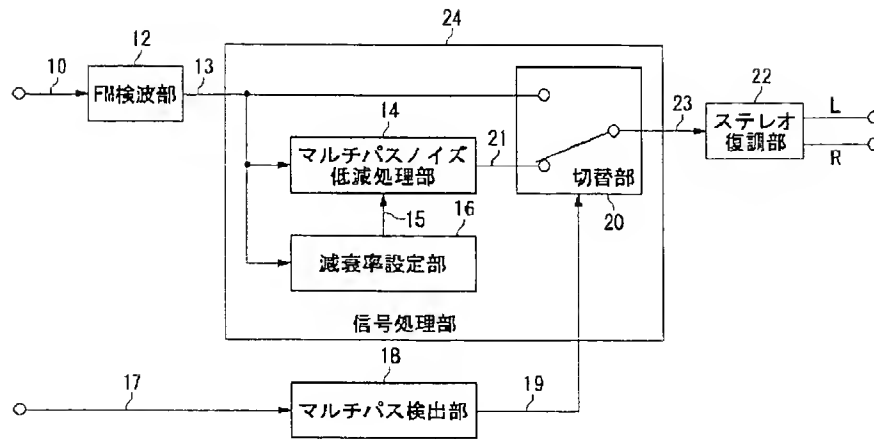
【図8】 急峻なピークを検出するための差分判定を説明する図である。

【図9】 マルチパス低減処理が施された後の出力信号の波形を説明する図である。

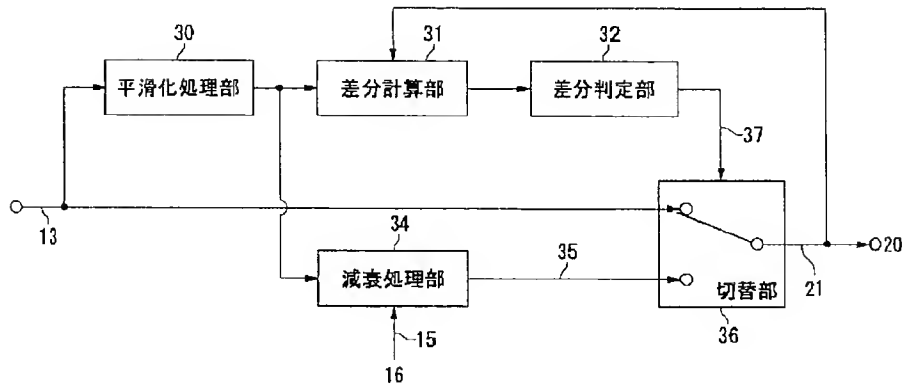
【符号の説明】

10 1F信号、12 FM検波部、13 コンポジット信号、14 マルチパスノイズ低減処理部、15 減衰率、16 減衰率設定部、17 Sメータ、18 マルチパス検出部、19 切替信号、20 切替部、21 出力信号、22 ステレオ復調部、24 信号処理部、30 平滑化処理部、32 差分判定部、34 減衰処理部、40 絶対値算出部、42 ループフィルタ、44 正規化部、46 加算部、48 リミッタ、50 テーブル参照部。

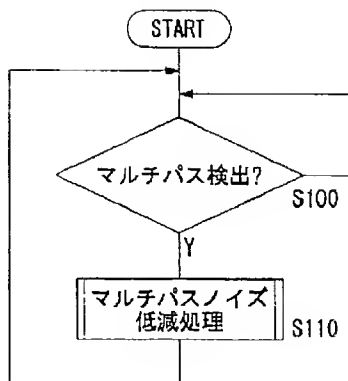
【図1】



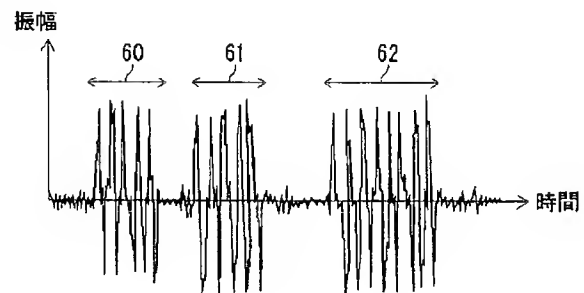
【図2】



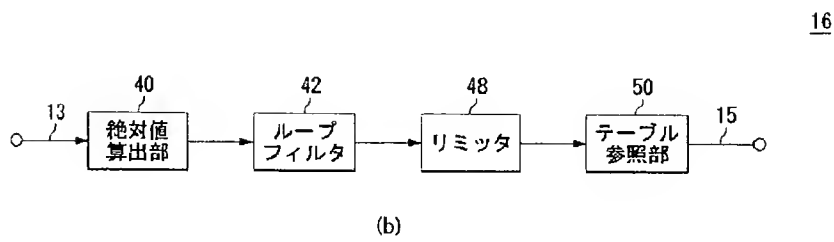
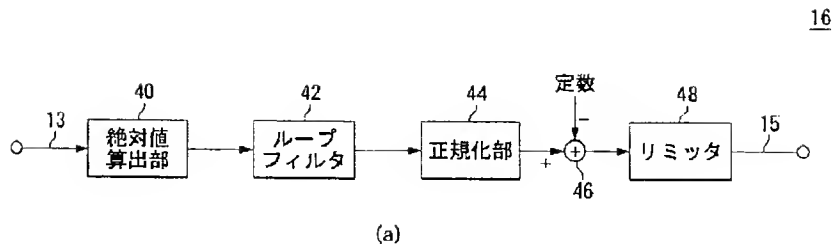
【図4】



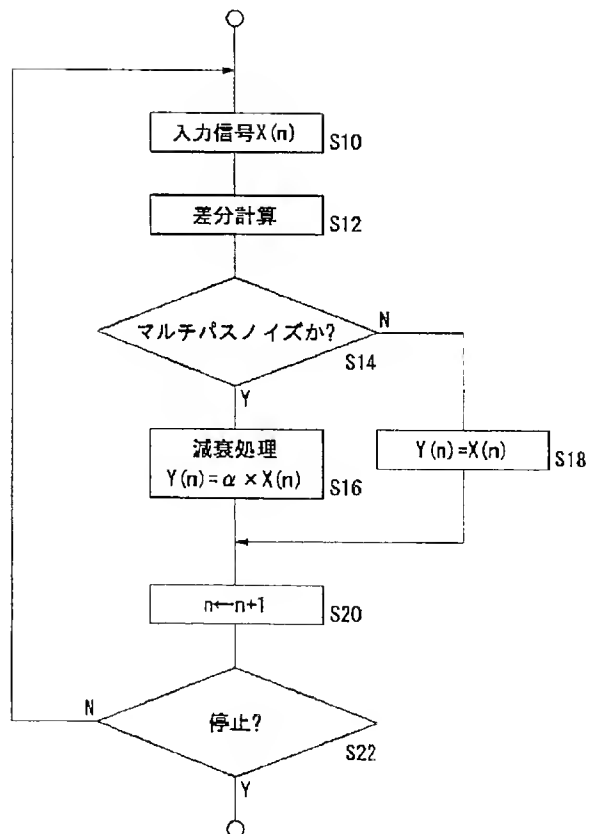
【図6】



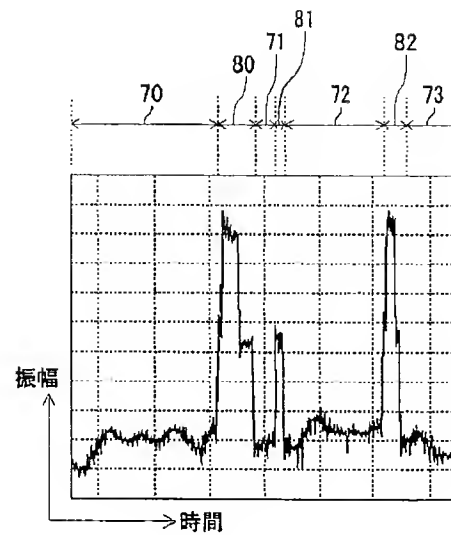
【図3】



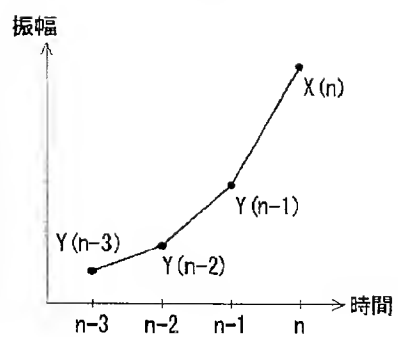
【図5】



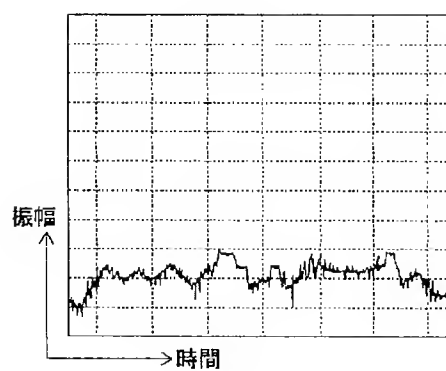
【図7】



【図8】



【図9】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-283349

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H04B 1/10

(21)Application number : 2002-079805

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 20.03.2002

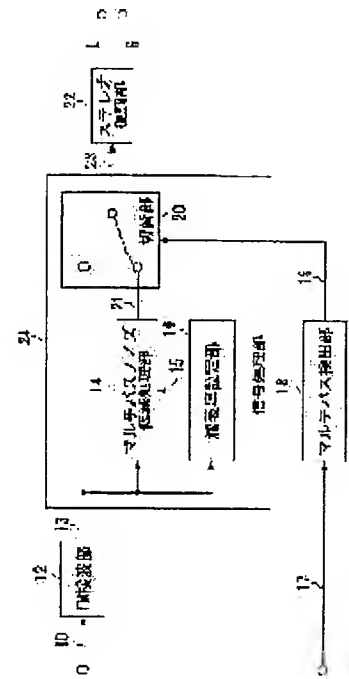
(72)Inventor : YAMAMOTO HIROYOSHI
TAIRA MASAOKI

(54) SIGNAL PROCESSING APPARATUS, SIGNAL RECEIVING APPARATUS, AND SIGNAL PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem of difficulty of removing a multi-pass noise in FM receiving.

SOLUTION: A multi-pass noise reducing processing unit 14 implements a treatment for reducing a multi-pass noise from a composite signal 13 of an FM detecting unit 12 to generate an output signal 21. In this process, the multi-pass noise is detected on the basis of a difference in amplitude between a current composite signal 13 and a past output signal 21 to attenuate the composite signal 13. A multi-pass detecting unit 18 detects a multi-pass section based on an S meter 17 and feeds a switching unit 20 with a switching signal 19 for permitting the operation of a multi-pass noise reduction processing unit 14. In the switching unit 20, switching control is so carried out that an output signal 21 from the multi-pass noise reduction processing unit 14 is entered into a stereo modulation unit 22 in the multi-pass section and a composite signal 13 generated from the FM detecting unit 12 is entered into the stereo modulation unit 22 in the other section.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The noise reduction processing section which carries out attenuation processing of the input signal, and generates an output signal is included. Said noise reduction processing section the difference which judges whether the difference of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling and the reinforcement of said output signal at the time of the past sampling exceeds a predetermined threshold, and detects a noise -- with the judgment section The signal processor characterized by including the attenuation processing section which is made to decrease said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling when said noise is detected.

[Claim 2] said difference -- the reinforcement of said output signal at the time of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling, and the past sampling of plurality [section / judgment] -- respectively -- ** -- the signal processor according to claim 1 characterized by computing difference, judging whether each difference exceeds a predetermined threshold, and detecting a noise.

[Claim 3] the data-smoothing section in which said noise reduction processing section graduates said input signal about a predetermined sampling period -- further -- containing -- said difference -- the signal processor according to claim 1 or 2 characterized by the judgment section and said attenuation processing section processing to said input signal after smoothing.

[Claim 4] A signal processor given in either of claims 1-3 characterized by including further the attenuation factor setting-out section which sets up the attenuation factor of the reinforcement of said input signal in said noise reduction processing section accommodative based on the reinforcement of said input signal.

[Claim 5] FM detection section which outputs FM recovery signal based on received FM transmitted electric wave, The signal-processing section which reduces and outputs the noise of said FM recovery signal, and the multi-pass detecting element which the period when a multi-pass noise may occur in said received FM transmitted electric wave is detected [detecting element], and operates said signal-processing section in the period, The stereo recovery section which carries out a stereo recovery and outputs said FM recovery signal while said signal-processing section is operating and said signal-processing section is not operating the output is included. Said signal-processing section The noise reduction processing section which carries out attenuation processing and generates an output signal by making said FM recovery signal into an input signal is included. Said noise reduction processing section the difference which judges whether the difference of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling and the reinforcement of said output signal at the time of the past sampling exceeds a predetermined threshold, and detects a noise -- with the judgment section The signal receiving set characterized by including the attenuation processing section which is made to decrease said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling when said noise is detected.

[Claim 6] Said signal-processing section is a signal receiving set according to claim 5 characterized by including further the attenuation factor setting-out section which sets up the attenuation factor of the reinforcement of said input signal in said noise reduction processing section accommodative based on the reinforcement of said input signal.

[Claim 7] The signal-processing approach characterized by detecting the period when the reinforcement of an input signal changes a lot, restricting to the period, performing filtering processing for reducing a noise to said input signal, and generating an output signal.

[Claim 8] Said filtering processing is the signal-processing approach according to claim 7 characterized by including the process which is made to decrease said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling when the difference of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling and the reinforcement of said output signal at the time of the past sampling is serially computed for every sampling and said difference exceeds a predetermined threshold.

[Claim 9] The signal-processing approach according to claim 7 or 8 characterized by performing said filtering processing to said input signal in said period detected in said head end process, including further the head end process which detects the period when said noise may occur.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the signal processor which detects and reduces a noise, a signal receiving set, and the signal-processing approach about a signal-processing technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the FM receiver carried in mobiles, such as an automobile, in the case of audio signal reception, it originates in an echo of the electromagnetic wave from obstructions, such as a crest in a perimeter, and a multi-story building, and a multi-pass noise occurs. The indirect wave reflected by the reflector multiplexes with the direct wave directly received from a receiving antenna, and this multi-pass noise is produced when a part of direct wave is negated by the reflected wave depending on the phase relation between a direct wave and an indirect wave. Generating of a multi-pass noise reduces remarkably the quality of the sound signal outputted from an FM receiver.

[0003] The front-end interpolation approach of interpolating the multi-pass section is indicated by JP,2001-36422,A by detecting the generating section of a multi-pass noise and holding the signal strength before generating of a multi-pass noise as an approach of removing the multi-pass noise of the recovery signal after FM detection. Moreover, when depression of field strength is intense, there is the approach of carrying out mute of the FM recovery signal after FM detection.

[0004] Moreover, the method of improving the S/N ratio of FM recovery signal at the time of a weak-electric-current community by the stereo noise control (SNC) which adjusts the degree of separation of the right-and-left channel in stereo voice, and high cut control (HCC) which removes a high frequency component is also well learned from the former. In the case of a multi-pass noise, multi-pass distortion, i.e., a noise, appears in a detection output by interference of a direct wave and an indirect wave, but since this noise appears remarkably in the L-R sub signal band and L+R Main signal band which are a high-frequency component, there is the reduction effectiveness of a multi-pass noise in processing by SNC or HCC.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if it fully uses SNC and HCC depending on extent of a multi-pass noise, a jarring noise may remain. Although effectiveness is acquired to the pulse-like wave which produced FM recovery signal by the multi-pass to the multi-pass section on the other hand by the approach of carrying out front-end interpolation, or the approach of carrying out mute, filtering processing acts also to the wave from which a certain fixed section phase produced when PLL detection is used shifted, and there is a problem of removing the HARASHIN number itself accidentally. Furthermore, when setting out of the parameter for detecting the multi-pass section is unsuitable, and the detection section of a multi-pass shifts, a noise may remain.

[0006] This invention was made in view of such a situation, and the object is in offer of the signal-processing technique in which a noise can be detected and reduced. Moreover, another object is in offer of the signal receiving technique of reducing the multi-pass noise in FM reception.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The mode with this invention is related with a signal processor. This equipment contains the noise reduction processing section which carries out attenuation processing of the input signal, and generates an output signal. the difference which judges whether said noise reduction processing section exceeds a threshold predetermined in the difference of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling, and the reinforcement of said output signal at the time of the past sampling, and detects a noise — the judgment section and the attenuation processing section which make decrease said input signal at the time of the present sampling, and generate said output signal at the time of the present sampling when said noise is detected are included.

[0008] An output signal is a signal after attenuation processing for reducing a noise to an input signal was performed. But when a noise is not detected, since attenuation processing is not performed to an input signal, the output signal is the same as an input signal. The reinforcement of an input signal and an output signal may be the measured value of the amplitude of those signals, or may be the absolute value or square of the amplitude. The threshold used in case the magnitude of the difference of the reinforcement of a current input signal and the reinforcement of the past output signal is evaluated may be set as a value with the magnitude fully exceeding the range of the reinforcement of the usual significant signal.

[0009] said difference — the reinforcement of said output signal at the time of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling, and the past sampling of plurality [section / judgment] — respectively — ** — difference may be computed, it may judge whether each difference exceeds a predetermined threshold, and a noise may be detected. For example, the judgment of whether the difference of the reinforcement x of the input signal of n (n) and the reinforcement y of the output signal before 1 sampling ($n-1$) exceeds the 1st threshold A at the time of the present sampling, The judgment of whether the difference of the reinforcement x of the input signal of n (n) and the reinforcement y of the output signal before 2 samplings ($n-2$) exceeds the 2nd threshold B at the time of the present sampling, It may evaluate combining the judgment of whether the difference of the reinforcement x of the input signal of n (n) and the reinforcement y of the output signal before 3 samplings ($n-3$) exceeds the 3rd threshold C at the time of the present sampling, and the existence of generating of a noise may be detected. The 1st threshold A , the 2nd threshold B , and the 3rd threshold C may be set as the value which becomes large at this order.

[0010] the data-smoothing section in which said noise reduction processing section graduates said input signal about a predetermined sampling period -- further -- containing -- said difference -- the judgment section and said attenuation processing section may process to said input signal after smoothing. Said data-smoothing section may graduate said input signal by calculating the moving average of said input signal about a certain fixed period. Said data-smoothing section may graduate said input signal by removing the high frequency component of said input signal using a low pass filter etc.

[0011] Said signal-processing section may also contain further the attenuation factor setting-out section which sets up the attenuation factor of the reinforcement of said input signal in said noise reduction processing section accommodative based on the reinforcement of said input signal. The attenuation factor of the reinforcement of the input signal at the time of the present sampling may be set up based on the reinforcement of the input signal at the time of the past sampling.

[0012] Another mode of this invention is related with a signal receiving set. FM detection section which outputs FM recovery signal based on FM transmitted electric wave by which this equipment was received, The signal-processing section which reduces and outputs the noise of said FM recovery signal, and the multi-pass detecting element which the period when a multi-pass noise may occur in said received FM transmitted electric wave is detected [detecting element], and operates said signal-processing section in the period, While said signal-processing section is operating and said signal-processing section is not operating the output, the stereo recovery section which carries out a stereo recovery and outputs said FM recovery signal is included. The noise reduction processing section which said signal-processing section makes said FM recovery signal an input signal, and carries out attenuation processing and generates an output signal is included. Said noise reduction processing section the difference which judges whether the difference of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling and the reinforcement of said output signal at the time of the past sampling exceeds a predetermined threshold, and detects a noise -- with the judgment section When said noise is detected, the attenuation processing section which is made to decrease said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling is included, difference -- the threshold used for a judgment may be set as the value which is recognized as the so-called multi-pass noise and which is equivalent to the reinforcement of a jarring noise very greatly.

[0013] Still more nearly another mode of this invention is related with the signal-processing approach. This approach detects the period when the reinforcement of an input signal changes a lot, restricts it to that period, performs filtering processing for reducing a noise to said input signal, and generates an output signal. Said filtering processing may also include the process which is made to decrease said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling, when the difference of the reinforcement of said input signal at the time of the present sampling and the reinforcement of said output signal at the time of the past sampling is serially computed for every sampling and said difference exceeds a predetermined threshold.

[0014] In said period detected in said head end process, said filtering processing may be performed to said input signal, including further the head end process which detects the period when said noise may occur. Though the gap of some has arisen by this during the nascent state of the noise detected by the head end process, since

the attenuation processing based on a threshold judging is made in said subsequent filtering processing, reduction of a noise is possible, without removing the HARASHIN number accidentally.

[0015] In addition, what changed the combination of the arbitration of the above component and the expression of this invention between an approach, equipment, a system, etc. is effective as a mode of this invention.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the configuration of FM receiving set concerning the gestalt of operation. Received FM transmitted electric wave is changed into the intermediate frequency (IF) signal 10 in the front end section which is not illustrated. FM detection section 12 carries out FM recovery of this IF signal 10, and outputs the stereo composite signal 13 (only henceforth a composite signal).

[0017] The signal-processing section 24 performs processing which removes a multi-pass noise if needed to the composite signal 13 received from FM detection section 12, and gives it to the stereo recovery section 22. The signal-processing section 24 contains the multi-pass noise reduction processing section 14, the attenuation factor setting-out section 16, and the change section 20.

[0018] The multi-pass noise reduction processing section 14 performs suitably the below-mentioned attenuation processing for reducing a multi-pass noise to a composite signal 13, and generates an output signal 21. The damping-factor setting-out section 16 searches for the damping factor 15 used by the attenuation processing in the multi-pass noise reduction processing section 14 based on the amplitude of a composite signal 13, and sets the damping factor 15 as the multi-pass noise reduction processing section 14.

[0019] The multi-pass detecting element 18 detects the section (henceforth the multi-pass section) when a multi-pass noise may occur based on AC component of the signal meter 17 (henceforth an S meter), and supplies the change signal 19 for permitting actuation of the multi-pass noise reduction processing section 14 in the section to the change section 20. As long as the signal used for multi-pass detection is not restricted to S meter 17 but can detect a multi-pass, other signals are sufficient as it.

[0020] Based on the change signal 19 given from the multi-pass detecting element 18, the change section 20 performs change control of the input signal 23 of the stereo recovery section 22 in the multi-pass section so that the composite signal 13 outputted from FM detection section 12 in the other section in the output signal 21 outputted as a signal after attenuation processing from the multi-pass noise reduction processing section 14 may be inputted into the stereo recovery section 22. The stereo recovery section 22 carries out the stereo recovery of the input signal 23, and outputs an audio signal.

[0021] Drawing 2 is the functional block diagram of the multi-pass noise reduction processing section 14. The data-smoothing section 30 graduates and outputs a composite signal 13 by sampling a composite signal 13 and calculating the moving average of the amplitude of a composite signal 13 about a certain fixed sampling period. Approaches other than the moving average may be used as data smoothing.

[0022] difference — the count section 31 computes the difference of the amplitude of the graduated composite signal 13 at the time of the present sampling, and the amplitude of the output signal 21 at the time of the past sampling for every sampling. difference — the judgment section 32 — difference — when the existence of generating of a multi-pass noise is detected and the multi-pass noise has occurred by comparing with a predetermined threshold the difference which the count section 31 computed, the change signal 37 for permitting actuation of the attenuation processing section 34 is supplied to the change section 36. The attenuation processing section 34 is based on the attenuation factor 15 set up from the attenuation factor setting-out section 16, attenuates the graduated composite signal 13 at the time of the present sampling, and is outputted.

[0023] the change section 36 — difference — when the multi-pass noise has not occurred based on the change signal 37 given from the judgment section 32 and the multi-pass noise has generated the composite signal 13, change control of an output signal 21 is performed so that the signal 35 in which attenuation processing was carried out by the attenuation processing section 34 may be outputted. Thus, the result by which attenuation processing was suitably made according to the detection result of a multi-pass noise is outputted to the change section 20 through the change section 36. This output signal 21 is further supplied to the stereo recovery section 22 through the change section 20. moreover, the value of the amplitude of this output signal 21 is temporarily memorized in the memory which is not illustrated — having — difference — in case it asks for difference in the count section 31, it is used as a value of the amplitude of the output signal 21 at the time of the past sampling.

[0024] Drawing 3 (a) and (b) are the functional block diagrams of the attenuation factor setting-out section 16. With the functional configuration of drawing 3 (a), the inputted composite signal 13 is absolute-value-ized in the absolute value calculation section 40, a low-pass component passes with a loop filter 42, and the rough amplitude is presumed. After normalizing so that it may furthermore fall within the range of a fixed value in the normalization section 44, difference with a constant is calculated by the adder unit 46, and an attenuation factor

15 is outputted based on the upper limit finally defined by the limiter 48.

[0025] Another functional configuration of the attenuation factor setting-out section 16 is shown in drawing 3 (b). Processing of the absolute value calculation section 40 and the loop filter 42 to the inputted composite signal 13 is the same as that of drawing 3 (a), and a range limit of a value is inputted into the output value by the table reference section 50 after a carrier beam by the limiter 48. By referring to the table which matched amplitude value and a damping factor, from the amplitude, the table reference section 50 determines a damping factor 15 directly, and outputs it. In this configuration, loop filters 42 may be other low pass filters.

[0026] The multi-pass noise reduction procedure by FM receiving set by the above configuration is explained referring to the graph of drawing 9 from the flow chart and drawing 6 of drawing 4 and drawing 5.

[0027] Drawing 4 is a flow chart explaining the flow of multi-pass detection and the whole multi-pass noise reduction processing. The multi-pass detecting element 18 detects the generating section of a multi-pass noise based on S meter 17 (S100). Drawing 6 is the explanatory view of the generating section of a multi-pass noise. The graph expresses time amount progress of the amplitude of a composite signal 13. The multi-pass noise has occurred in the sections 60, 61, and 62. The multi-pass noise has the comparatively long time amount width of face expressed by such envelope, when it sees macroscopically, and the section with this time amount width of face is detected as the multi-pass section.

[0028] When return and the multi-pass section are detected by drawing 4 (Y of S100), the multi-pass detecting element 18 permits actuation of the multi-pass noise reduction processing section 14 by giving the change signal 19 to the change section 20. The multi-pass noise reduction processing section 14 performs processing which reduces a multi-pass noise to a composite signal 13 in the multi-pass section (S110). If the multi-pass section is completed, multi-pass noise reduction processing of step S110 will be interrupted until the next multi-pass section is again detected by step S100 by return and the multi-pass detecting element 18. Thus, by repeating multi-pass detection and multi-pass noise reduction processing, reduction processing of a multi-pass noise is performed only in the multi-pass section to a composite signal 13.

[0029] Drawing 5 is a flow chart explaining the detailed procedure of multi-pass noise reduction processing of step S110 of drawing 4. the difference of the multi-pass noise reduction processing section 14 — the judgment section 32 samples a composite signal 13, and acquires the input signal X in sampling time n (n) (S10). if the signal after attenuation processing was performed if needed to the input signal X of sampling time n (n) is set to output signal Y (n) — difference — the judgment section 32 calculates the difference of an input signal X (n) and the output signals Y (n-1), Y (n-2), and Y (n-3) before 1 sampling, 2 samplings, and 3 samplings, respectively (S12). further — difference — a multi-pass noise is detected by judging whether the judgment section 32 has the absolute value of such difference larger than a predetermined threshold (S14).

[0030] This judgment is performed by evaluating whether the following inequality is realized.

| X(n)-Y(n-1) | > threshold A ... (1)

| X(n)-Y(n-2) | > threshold B ... (2)

| X(n)-Y(n-3) | > threshold C ... (3)

[0031] The structure by which a multi-pass noise is detected by this judgment is explained with reference to drawing 7 and drawing 8. Drawing 7 is drawing which expanded a part of multi-pass section of drawing 6. The multi-pass section has the sections 80, 81, and 82 when the noise by having been generated between fixed divisions with a phase shift has occurred, and the sections 70, 71, 72, and 73 of the significant signal which the noise has not generated, when it sees microscopically. In order to remove a multi-pass noise, it is necessary to detect the steep peak of the signal wave form in the multi-pass section.

[0032] difference for drawing 8 to detect a steep peak — it is drawing explaining a judgment. difference — the judgment section 32 is judged compared with the amplitude of a signal with the significant amplitude of the input signal X in sampling time n (n) by evaluating a difference with the output signal at the time of the past sampling for whether it is changing to the unusually large value. Since the output signal at the time of the past sampling is a signal after attenuation processing was already made if needed, if it has fully exceeded the range of the amplitude of a significant signal as compared with it, it can be judged that the input signal X of n (n) is in a steep peak at the time of the present sampling.

[0033] Although the output signals Y (n-1), Y (n-2), and Y (n-3) of a before [3 samplings] were used by above-mentioned inequality (1) - (3) as a time of the past sampling the output signal of sampling time further before — using — the same difference — a judgment — you may carry out — reverse — the output signal Y before 1 sampling (n-1) — using — difference — you may judge.

[0034] drawing 5 — return and difference — judging that at least the one judgment section 32 is a multi-pass noise when satisfied among above-mentioned three inequalities (1) - (3), (Y of S14) the attenuation processing section 34 performs attenuation processing expressed with the following formula to the input signal X of sampling time n (n), and outputs output signal Y (n) (S16).

[0035] $Y(n) = \alpha X(n)$

However, α is the attenuation factor 15 set up by the attenuation factor setting-out section 16, and takes or more 0 less than one value.

[0036] difference — it judges that it is not a multi-pass noise when the judgment section 32 satisfies three neither of inequality (1) – (3) (N of S14), and like the following formula, the attenuation processing section 34 is outputted as output signal $Y(n)$ as it is without performing attenuation processing to an input signal $X(n)$ (S18). That is, it is $Y(n) = X(n)$ in this case.

[0037] It is in charge of the judgment of being a multi-pass noise, and the 1st, 2nd, and 3rd threshold A, B, and C in three inequalities (1) – (3) is experientially set as the optimal value. Although attenuation processing was performed when satisfying at least one of the three inequalities (1) – (3) above, you may decide whether carry out attenuation processing with the combination of the arbitration of three formation conditions of inequality (1) – (3). In addition, in the experiment, it was set as the value with which $A \leq B \leq C$ is filled about three thresholds, the 1st, the 2nd, and the 3rd, A, B, and C of inequality (1) – (3), and when having filled any one of the inequality (1) – (3) and attenuation processing was performed, the desirable result was obtained.

[0038] After returning to drawing 5 and making attenuation processing of the input signal X of sampling time n (n) if needed, the increment of the sampling time n is carried out only for 1 (S20), and the condition precedent of multi-pass noise reduction processing is checked (S22). The check of a condition precedent is performed by judging whether it is still within the multi-pass section based on the change signal 19 from the multi-pass detecting element 18. When stopping (Y of S22), multi-pass noise reduction processing is ended, when not stopping (N of S22), it returns to step S10 and a series of multi-pass noise reduction processings are repeated.

[0039] Drawing 9 is the wave of the output signal after multi-pass reduction processing was performed to the composite signal of drawing 7. It turns out that the steep peak of drawing 7 is removed.

[0040] As stated above, according to the gestalt of operation, it is possible to reduce the multi-pass noise which remains in addition as cures against a noise, such as monophonic-recording-izing and high frequency component clearance. While being able to remove a multi-pass noise appropriately, without the being influenced and preventing the residual of a noise even when the detection sensitivity of a multi-pass is raised too much since attenuation processing for judging the existence of a multi-pass noise further in the section, and reducing a multi-pass noise is performed when especially the multi-pass section is detected, it can prevent removing the HARASHIN number accidentally.

[0041] In the above, this invention was explained based on the gestalt of operation. It is just going to be understood that the gestalt of these operations is instantiation and modifications various about the combination of those each component and each treatment process are possible and that such a modification is also in the range of this invention by this contractor. Moreover, each component is illustrated as functional block and it is just going to be understood that these functional block can realize only hardware in various forms with software or those combination by this contractor.

[0042] Although the data-smoothing section 30 was formed in the multi-pass noise reduction processing section 14 like drawing 2 with the gestalt of operation, it is made the configuration which graduates first the composite signal 13 which FM detection section 12 outputs, and a composite signal 13 is graduated and you may make it form the data-smoothing section 30 immediately after FM detection section 12, and input into the stereo recovery section 22 through the change section 20 as such a modification, also except the multi-pass section.

[0043] Moreover, although the gestalt of operation explained the case where an input signal was a stereo signal, multi-pass noise reduction processing of this invention is applicable also to a monophonic signal.

[Effect of the Invention] According to this invention, a noise can be detected and it can decrease appropriately.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of FM receiving set concerning the gestalt of operation.

[Drawing 2] It is the functional block diagram of the multi-pass noise reduction processing section of drawing 1.

[Drawing 3] Drawing 3 (a) and (b) are the functional block diagrams of the attenuation factor setting-out section of drawing 1.

[Drawing 4] It is a flow chart explaining the flow of multi-pass detection and the whole multi-pass noise reduction processing.

[Drawing 5] It is a flow chart explaining the detailed procedure of multi-pass noise reduction processing of drawing 4.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the generating section of a multi-pass noise.

[Drawing 7] It is drawing which expanded a part of multi-pass section of drawing 6.

[Drawing 8] the difference for detecting a steep peak -- it is drawing explaining a judgment.

[Drawing 9] It is drawing explaining the wave of the output signal after multi-pass reduction processing was performed.

[Description of Notations]

10 IF Signal 12 FM Detection Section 13 Composite Signal, 14 multi-pass noise reduction processing section 15 Attenuation factor 16 Attenuation factor setting-out section, 17 S meter 18 Multi-pass detecting element 19 Change signal, 20 Change section 21 Output signal 22 Stereo recovery section, 24 The signal-processing section 30 data-smoothing sections 32 difference -- the judgment section 34 The attenuation processing section 40 The absolute value calculation section 42 Loop filter 44 The normalization section 46 Adder unit 48 Limiter 50 The table reference section.

[Translation done.]